

明 細 書

無線通信装置及びピーク抑圧方法

技術分野

- [0001] 本発明は、無線通信装置及びピーク抑圧方法に関し、特に複数のサブキャリアにて送信データを送信する無線通信装置及びピーク抑圧方法に関する。

背景技術

- [0002] マルチキャリア伝送方式は、周波数選択性フェージングが発生しない程度に伝送速度が抑えられた複数の搬送波(サブキャリア)を用いてデータを伝送することにより、伝送効率を向上させ、結果的に高速伝送を可能とする技術である。特にOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)変調方式は、データが配置される複数のサブキャリアが相互に直交しているため、マルチキャリア伝送方式の中で最も周波数利用効率が高い方式である。このため、OFDM方式やOFDM方式にCDMA(Code Division Multiple Access)方式を組み合わせたOFDM-CDMA方式が、将来の高速伝送技術として検討されている。
- [0003] 上述したように、OFDM変調方式等のマルチキャリア伝送方式においては、複数のサブキャリアを用いて並列伝送を行う。この際、各サブキャリアの位相が揃ってしまふと、平均送信電力と比較して著しく大きな送信ピーク電力が発生する。送信ピーク電力が大きい場合、信号増幅による送信信号の非線形歪みと帯域外不要輻射を防ぐために、広いダイナミックレンジにわたり出力の直線性を維持できる送信電力増幅器を使用しなければならないが、一般にこのような増幅器は著しく効率が低いため、通信装置における消費電力が増大する。理論上の送信ピーク電力はサブキャリア数に比例して増大するが、実際には最大電力が発生する送信データ系列が発生する確率は非常に低いため、電力増幅器の入力バックオフは10dB程度に設定されることが多い。
- [0004] そのため、送信ピーク電力対平均電力比(PAPR:Peak-to-Average Power Ratio)を低減するために、様々な手法が考案されてきた。例えば、ピーククリッピング(またはピークリミット、ピークカット)と呼ばれるPAPR低減手法が知られている(例えば、特許

文献1。)。ピーククリッピング手法では、信号増幅前の複素ベースバンド信号の時間波形について既定のしきい値を超える部分を削除、即ちクリッピングすることにより前記時間波形の振幅を制限する。

[0005] ピーククリッピング前の信号振幅を x 、ピーククリッピングしきい値を α としたとき、ピーククリッピング後の信号振幅 y は式(1)にて与えられる。

[0006] [数1]

$$y = \begin{cases} -\alpha & (x < -\alpha) \\ x & (-\alpha \leq x \leq \alpha) \\ \alpha & (x > \alpha) \end{cases} \quad (1)$$

ピーククリッピングを行った場合、送信信号に非線型歪みが生じ、送信信号の伝送特性が劣化する。また、帯域外不要輻射が発生するため、帯域制限フィルタで除去する必要があるが、帯域制限フィルタを通過することにより信号にピークが再発生することがある。なお、従来のピーククリッピングによる伝送特性への影響はピーク電力発生への寄与度によりサブキャリア毎に異なることが知られている。

[0007] 一方、OFDM方式の無線通信において、基地局装置は、通信端末装置におけるサブキャリア毎の受信品質を報告してもらい、報告された受信品質に基づいて、各ユーザに適切な多数のサブキャリアを割り当てて(周波数分割ユーザ多重)、各サブキャリアにMCS (Modulation Coding Schemes)を設定することができる。即ち、基地局装置は、回線品質に基づき、各ユーザに所望の通信品質(例えば最低伝送率、誤り率)を満たすことのできる最も周波数利用効率の高いサブキャリアを割り当て、各サブキャリアに高速なMCSを選択してデータの送信を行うことにより、多ユーザにおいて高速なデータ通信を行うものである。

[0008] ここで、MCSとは、変調方式、符号化方式、送信電力調節値及び拡散率などの送信パラメータセットの呼称である。送信を行う際にMCSテーブルが参照され、各シンボルのMCSが割り当てられる。マルチキャリア伝送においては、サブキャリア毎に異なるMCSを割り当てることが可能である。特に、マルチパスにより周波数選択性フェージングが生じる無線通信においては、サブキャリア毎に伝搬路状態が異なるため、伝搬路状態に適応してサブキャリア毎にMCSを設定することにより、高い伝送効率を実現することが可能である。

特許文献1:特開2002-44054号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、従来の無線通信装置及びピーク抑圧方法においては、ピーククリッピングの際に、同一シンボル内の各サブキャリアに異なるMCSが割り当てられている場合にMCSを考慮することなくピーククリッピング処理を行うので、マルチキャリア信号全体に振幅抑制に起因する非線形歪みが生じる。したがって、伝送レートの高いMCSが設定されているサブキャリアに割り当てられる信号に対して、このような非線形歪みが生じた場合には所望の高い伝送効率を得ることができないという問題がある。

[0010] 本発明の目的は、伝送効率を低下させずに送信ピーク電力対平均電力比を低減させることができる無線通信装置及びピーク抑圧方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の無線通信装置は、通信相手の受信品質を示す測定値が大きいサブキャリアほど高い伝送レートを設定する伝送レート設定手段と、送信信号の信号レベルが第1しきい値以上である抑圧対象ピークを検出するピーク検出手段と、前記伝送レート設定手段にて設定された伝送レートが第2しきい値未満のサブキャリアに割り当てられる送信信号に基づいて前記抑圧対象ピークを所定量抑圧するピーク抑圧手段と、前記ピーク抑圧手段にて前記抑圧対象ピークが抑圧された送信信号を送信する送信手段と、を具備する構成を採る。

[0012] 本発明のピーク抑圧方法は、通信相手の受信品質を示す測定値が大きいサブキャリアほど高い伝送レートを設定するステップと、送信信号の信号レベルが第1しきい値以上である抑圧対象ピークを検出するステップと、設定された伝送レートが第2しきい値未満のサブキャリアに割り当てられる送信信号に基づいて前記抑圧対象ピークを所定量抑圧するステップと、を具備するようにした。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、伝送効率を低下させずに送信ピーク電力対平均電力比を低減さ

せることができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の実施の形態1に係る無線通信装置の構成を示すブロック図
[図2]本発明の実施の形態1に係る信号修復部の構成を示すブロック図
[図3]本発明の実施の形態1に係る無線通信装置の動作を示すフロー図
[図4]本発明の実施の形態1に係るOFDM信号の時間波形がピークカットと信号修復によって変化する様子を示す図
[図5]本発明の実施の形態1に係るI-Q平面上に表現したOFDM信号ベクトルがピークカットと信号修復によって変化する様子を示す図
[図6]本発明の実施の形態1に係るOFDM信号を示す図
[図7]本発明の実施の形態1に係るOFDM信号を示す図
[図8]本発明の実施の形態1に係るOFDM信号を示す図
[図9]本発明の実施の形態1に係るMCSテーブルを示す図
[図10]本発明の実施の形態2に係る無線通信装置の構成を示すブロック図
[図11]本発明の実施の形態2に係るパンクチャ部の構成を示すブロック図
[図12]本発明の実施の形態2に係る無線通信装置の動作を示すフロー図
[図13]本発明の実施の形態2に係るI-Q平面上に表現したOFDM信号ベクトルがピークカットと信号修復によって変化する様子を示す図
[図14]本発明の実施の形態2に係るOFDM信号を示す図
[図15]本発明の実施の形態2に係るOFDM信号を示す図
[図16]本発明の実施の形態2に係るOFDM信号を示す図

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0016] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る無線通信装置100の構成を示すブロック図である。

[0017] 符号化部101-1〜101-nは、MCS設定部116からの制御に基づき、入力データをサブキャリア毎に所定の符号化率にて符号化して、サブキャリア毎に変調部102-

1〜102−nへ出力する。

[0018] 変調部102−1〜102−nは、MCS設定部116からの制御に基づき、符号化部101−1〜101−nから入力したサブキャリア毎の入力データを所定の変調方式にて変調してバッファ部103へ出力する。

[0019] バッファ部103は、変調部102−1〜102−nから入力した入力データを切り替え部104へ出力するとともに、変調部102−1〜102−nから入力した入力データを一時的に蓄積し、蓄積した入力データを所定のタイミングにて信号修復部115へ出力する。

[0020] 切り替え部104は、バッファ部103から入力した入力データと信号修復部115から入力した修復後の入力データとを切り替えてフーリエ逆変換(以下「IFFT」と記載する)部105へ出力する。

[0021] IFFT部105は、切り替え部104から入力した並列信号入力データに対してIFFT処理を施し、入力データを周波数領域信号から時間領域信号へと変換する。そして、IFFT部105は、IFFT後の信号をピーク検出部106へ出力する。

[0022] ピーク検出部106は、IFFT部105から入力した入力データについて、しきい値(第1しきい値)以上の信号振幅(信号レベル)の抑圧対象ピークの有無を検出し、検出結果をピークカット部107と切り替え部109へ出力する。

[0023] ピーク抑圧手段であるピークカット部107は、ピーク検出部106から入力したピーク検出結果より、しきい値以上の信号振幅が検出された場合には、しきい値以上の信号振幅に対してピーククリッピングを施して所定量振幅を抑圧する。そして、ピークカット部107は、ピーククリッピングを施した入力データをバンドパスフィルタ(以下「BPF」と記載する)部108へ出力する。

[0024] BPF部108は、ピークカット部107から入力したピーククリッピング後の入力データを帯域制限して不要輻射成分等を除去した後に切り替え部109へ出力する。

[0025] 切り替え部109は、ピーク検出部106から入力したピーク検出結果より、ピークが検出された場合にはBPF部108から入力した入力データをフーリエ変換(以下「FFT」と記載する)部114へ出力し、ピークが検出されない場合にはBPF部108から入力した入力データをディジタル／アナログ(以下「D/A」と記載する)変換部110へ出力する。

- [0026] D/A変換部110は、切り替え部109から入力した入力データをD/A変換して増幅部111へ出力する。
- [0027] 増幅部111は、D/A変換部110から入力した入力データを増幅してRF処理部112へ出力する。
- [0028] RF処理部112は、増幅部111から入力した入力データをベースバンド周波数から無線周波数へアップコンバート等してアンテナ113より送信する。
- [0029] FFT部114は、切り替え部109から入力した入力データをFFT処理して、入力データを時間領域信号から周波数領域信号へと変換する。そして、FFT部114は、FFT後の信号を信号修復部115へ出力する。
- [0030] ピーク抑圧手段である信号修復部115は、FFT部114から入力した入力データとMCS設定部116から入力したMCS情報とに基づいて、所定のしきい値(第2しきい値)以上の上位のMCSが設定されたサブキャリア(高伝送レートサブキャリア)に割り当てられる入力データを、ピーククリッピングによる非線形歪みから保護するため、上位のMCSが設定されたサブキャリアに関してのみ、上位のMCSが設定されたサブキャリアに割り当てられる入力データに相当するピーククリッピング前の信号をバッファ部103から読み出して、ピーククリッピング後の信号(抑圧後送信信号)と信号置換を行う。そして、信号修復部115は、信号置換した入力データを切り換え部104へ出力する。なお、信号修復部115の詳細については後述する。
- [0031] 伝送レート設定手段であるMCS設定部116は、受信信号より抽出した各通信相手のサブキャリア毎の受信品質を示す測定値(受信品質情報)であるCQI(Channel Quality information)に基づいて、伝送レートを示すMCSを選択する。即ち、MCS設定部116は、受信品質が良好であるほど伝送レートの高いMCSを設定する。そして、MCS設定部116は、選択した各サブキャリアのMCSの情報であるMCS情報を信号修復部115へ出力する。さらに、MCS設定部116は、選択したMCSの符号化率にて符号化されるように符号化部101-1〜101-nを制御するとともに、選択したMCSの変調方式にて変調されるように変調部102-1〜102-nを制御する。
- [0032] 次に、信号修復部115の詳細について、図2を用いて説明する。図2は、信号修復部115の構成を示すブロック図である。

- [0033] 制御カウンタ部201は、FFT部114から入力データが入力する毎に1ずつカウントする。即ち、制御カウンタ部201は、ピーククリッピングの繰返し回数をOFDMシンボル毎にカウントする。そして、制御カウンタ部201はカウントしたカウント数を制御信号生成部202に出力する。
- [0034] 制御信号生成部202は、MCS設定部116から入力したMCS情報と、制御カウンタ部201から入力したカウント数とからスイッチ部205-1〜205-nを切り替えるための切り替え制御信号を生成し、生成した切り替え制御信号を各スイッチ部205-1〜205-nへ出力する。即ち、制御信号生成部202は、選択したサブキャリアについてのスイッチ部205-1〜205-nへ出力するために、入力バッファ部203に蓄積している入力データを出力バッファ部206に出力するように切り替える切り替え制御信号を生成し、選択していないサブキャリアについてのスイッチ部205-1〜205-nへ出力するために、入力バッファ部204に蓄積している入力データを出力バッファ部206に出力するように切り替える切り替え制御信号を生成する。この時、制御信号生成部202は、最初は最下位のMCSが設定されているサブキャリア以外のサブキャリアを選択し、制御カウンタ部201から入力したカウント数が増える毎に、最下位の伝送レートを示すMCSから最上位の伝送レートを示すMCSに向けて順次伝送レートを上げたMCS以外のMCSが設定されているサブキャリアを選択していく。これにより、制御信号生成部202にて選択されるサブキャリア数は、制御カウンタ部201のカウント数が増える毎に徐々に少なくなっていく。
- [0035] 入力バッファ部203は、バッファ部103から入力したピーククリッピングされていないサブキャリア毎の入力データを一時的に蓄積し、各サブキャリアについてのスイッチ部205-1〜205-nが入力バッファ部203の出力側にオンになった場合に蓄積していた入力データを出力バッファ部206へ出力する。
- [0036] 入力バッファ部204は、FFT部114から入力したピーククリッピング後でかつFFT後の入力データを一時的に蓄積し、各サブキャリアについてのスイッチ部205-1〜205-nが入力バッファ部204の出力側にオンになった場合に蓄積していた入力データを出力バッファ部206へ出力する。
- [0037] スwitch部205-1〜205-nは、サブキャリア毎に設けられており、制御信号生成部

202から入力した切り替え制御信号に基づいて入力バッファ部203に蓄積されたピーククリッピング前の信号と入力バッファ部204に蓄積されたピーククリッピング後の信号とのいずれか一方を選択し、出力バッファ部206へ出力する。

[0038] 出力バッファ部206は、入力バッファ部203及び入力バッファ部204から入力したサブキャリア毎の入力データを切り替え部104へ出力する。

[0039] 次に、無線通信装置100の動作について、図3を用いて説明する。図3は、無線通信装置100の動作を示すフロー図である。

[0040] 最初に、MCS設定部116は、サブキャリア毎にMCSを設定する(ステップST301)。

[0041] 次に、設定されたMCSに基づいて、符号化部101-1〜101-nにて入力データを符号化し、変調部102-1〜102-nにて変調する(ステップST302)。

[0042] 次に、バッファ部103は、入力データを蓄積する(ステップST303)。

[0043] 次に、IFFT部105は、入力データをIFFT処理することにより周波数領域信号から時間領域信号へ変換する(ステップST304)。

[0044] 次に、ピーク検出部106は、ピークレベルがしきい値 α 以上であるか否かを判定する(ステップST305)。

[0045] ピークレベルがしきい値 α 以上である場合には、ピークカット部107は、既定のしきい値 β ($\alpha > \beta$)以上の部分の信号振幅をピーククリッピングする(ステップST306)。

[0046] 次に、BPF部108は、ピーククリッピング後の信号に生じる帯域外不要輻射を除去するため帯域制限フィルタリング処理を行う(ステップST307)。

[0047] 次に、FFT部114は、入力データをFFT処理することによって時間領域信号から周波数領域信号へ変換を行う(ステップST308)。

[0048] 次に、信号修復部115は、最下位の伝送レートを示すMCSが設定されているサブキャリア以外のサブキャリアを選択し、選択したサブキャリアに割り当てられる入力データをピーククリッピング前の信号と置換することにより、ピーククリッピング対象外のMCSが設定されたサブキャリア信号を修復する(ステップST309)。

[0049] 次に、信号修復部115は、最下位の伝送レートを示すMCSが設定されているサブキャリア及び最下位の次に低い伝送レートを示すMCSが設定されているサブキャリ

ア以外のサブキャリアを選択して、選択するMCS範囲を縮小することにより、ピークカットの対象となるMCSの範囲を拡大する(ステップST310)。

[0050] そして、ステップST305において、しきい値 α 以上のピークレベルが検出されなくなるまでステップST304〜ステップST310の処理を繰り返す。ここで、信号修復部115は、ステップST304〜ステップST309の処理を1回終了する毎に、ステップST310において、選択するMCS範囲を順次減少させていくことにより、ピークカットの対象となるMCSの範囲を拡大していく。

[0051] 一方、ステップST305において、ピークレベルがしきい値 α 以上でない場合には、切り替え部109は入力データがD/A変換部110へ出力されるように切り替えて、ピーククリッピングされた入力データが送信される(ステップST311)。

[0052] 以上の処理による信号波形の変化を図4に示す。図4は、OFDM信号の時間波形がピークカットと信号修復によって変化する様子を示す図である。図4において、波形#401はピークカット前の波形であり、波形#402はピークカット後に信号修復部115にて信号修復した後の波形であり、波形#403はピークカット後にBPF部108を通過した後の波形である。また、平均レベル γ は、波形全体の平均振幅レベルを示すものである。図4の場合、信号修復後にBPF部108を通過した後の波形#402のピークレベルはしきい値 α 以上ではないので、再びピーククリッピング処理を行うことなく送信される。信号の振幅最大値はピーククリッピング処理によってしきい値 β に抑圧されるが、波形#403のようにBPF部108にて帯域制限フィルタ処理を施すことにより振幅値最大値が再びしきい値 β を越える場合がある。ここで、更に信号修復部115にて信号修復処理を行うと、振幅最大値が更に増加するが、しきい値 α としきい値 β との間の範囲内であれば信号修復が可能である。ここで、しきい値 β を小さくしすぎると、必要以上に信号電力をカットすることになる。したがって、しきい値 β は、しきい値 α としきい値 α 以上の信号電力とから、OFDMシンボル毎に決定されるべきである。

[0053] 図5は、しきい値 α 以上のピーク電力が発生した時点の信号をIQ平面上の複素ベクトルとして表示したものである。ピーククリッピング前の複素信号ベクトルを X_0 とすると、ピーククリッピング後の複素信号ベクトルは X_1 で表現される。 X_1 が帯域制限フィル

タを通過すると X_2 、更に信号修復処理を行うと X_3 に複素信号ベクトルが変換される。以上の処理では振幅のみが変化し、位相は影響を受けないものとした。なお、図5において、しきい値 α 、しきい値 β 、平均レベル γ の順番に半径が小さくなる。

[0054] 図6～図8に周波数領域における信号修復処理の様子を示す。図6～図8において、ピーククリッピングによる非線形歪みレベルを網掛領域によって表現している。あるOFDMシンボルにおいてMCS設定とピーククリッピングによる非線形歪みの影響が図6に示す通りであったとする。最初の段階の信号修復処理においては、図7に示すように、信号修復部115は、MCS1が設定されたサブキャリア(S1～S4、S13～S16)以外のサブキャリア(S5～S12、S17、S18)を選択して、バッファ部103に蓄積されているピーククリッピングされていないサブキャリアと置換するので、MCS1が設定されているサブキャリア(S1～S4、S13～S16)以外のサブキャリア(S5～S12、S17、S18)におけるピーククリッピングの影響を除去することができる。信号修復後にIFFT処理とピーク検出を行った結果、しきい値 α を越える信号が検出された場合には、再度ピーククリッピングを行う。そして、信号修復部115は、ピーククリッピング後に信号修復を行うが、この場合には2回目の信号修復処理になるので、図8に示すように、MCS1とMCS2とが設定されたサブキャリア(S1～S8、S11～S18)以外のサブキャリア(S9、S10)を選択して、バッファ部103に蓄積されているピーククリッピングされていないサブキャリアと置換するので、MCS1とMCS2とが設定されたサブキャリア以外のサブキャリアにおけるピーククリッピングの影響を除去することができる。このように上位のMCSが設定されたサブキャリアをピーククリッピングによる非線形歪みから保護することにより、伝送効率を低下させずにPAPR抑圧を行うことができる。

[0055] 図9は、MCSテーブルの一例を示すものである。図9において、MCS1、MCS2、MCS3、MCS4、MCS5の順番に伝送レートが高くなる。送信を行う際に、MCS設定部116は、CQI等を用いてMCSテーブルを参照して、各シンボルのMCSを選択する。マルチキャリア伝送においては、サブキャリア毎に異なるMCSを選択することが可能である。特に、マルチパスにより周波数選択性フェージングが生じる無線通信においては、サブキャリア毎に伝搬路状態が異なるため、伝搬路状態に適応してサブキャリア毎にMCSを選択することにより、高い伝送効率を実現することが可能であ

る。

- [0056] 因みに、従来のピーククリッピング手法は、各サブキャリアのMCS設定には関係なく、ピーク電力発生への寄与度によって一律に振幅抑圧が施されてしまう。例えば、図9のMCSテーブルを用いて、MCS1が設定されたサブキャリアAと、MCS4が設定されたサブキャリアBとのピーク電力発生への寄与度が等しい場合、2つのサブキャリアは同量の非線形歪みを受ける。しかしながら、サブキャリアAの伝送効率が1シンボルあたり0.5ビットであるのに対して、サブキャリアBの伝送効率は1シンボルあたり3ビットである。従って、サブキャリアAよりもサブキャリアBを非線形歪みから保護することによってシンボル全体の伝送効率を高めることが可能であるが、従来のピーククリッピング手法はこの点を考慮していない。
- [0057] このように、本実施の形態1によれば、ピーククリッピング前の信号をバッファ部から読み出して、ピーククリッピング後の信号と信号置換を行うので、伝送効率を低下させずに送信ピーク電力対平均電力比を低減させることができる。また、本実施の形態1によれば、ピーククリッピング後にしきい値 α 以上のピークが検出される場合には、ピークが検出される毎に伝送能力の低い下位の伝送レートを示すMCSが設定されているサブキャリアから順次選択しないようにして置換するサブキャリアを減らしていくので、伝送能力の低い下位の伝送レートを示すMCSのみにピーククリッピング処理の影響が集中することを防ぐことができることにより、下位の伝送レートを示すMCSが設定されているサブキャリアに割り当てられている送信データの誤り率特性が極端に劣化してしまうことを防ぐことができる。
- [0058] なお、本実施の形態1において、ピークカット部107において、信号の時間波形サンプルについて既定のしきい値 β 以上の部分に限りピーククリッピングを施す場合について説明したが、これに限らず、例えば既定のしきい値 β 以上の部分と時間軸上で近接するサンプル点とに重み付け関数を重畳し、信号の時間波形サンプルの最大振幅値を既定のしきい値 β 未満に抑圧してもよい。このようにすれば、帯域制限フィルタ後の送信信号におけるピーク電力値の再発生を効果的に防ぐことができる。
- [0059] (実施の形態2)

図10は、本発明の実施の形態2に係る無線通信装置1000の構成を示すブロック

図である。

- [0060] 本実施の形態2に係る無線通信装置1000は、図1に示す実施の形態1に係る無線通信装置100において、図10に示すように、ピークカット部107、BPF部108及び信号修復部115を除き、パンクチャ部1001及びピーク抑圧信号挿入部1002を追加する。なお、図10においては、図1と同一構成である部分には同一の符号を付してその説明は省略する。
- [0061] パンクチャ部1001は、MCS設定部116から入力したMCS情報に基づいて、所定のしきい値(第3しきい値)未満のレベルの下位の伝送レートを示すMCSが設定されたサブキャリア(低伝送レートサブキャリア)の一部に割り当てられる入力データ(除去対象送信信号)についてパンクチャ(間引き処理)を行い無送信とし、パンクチャ後の入力データをピーク抑圧信号挿入部1002へ出力する。なお、パンクチャ部1001の詳細については後述する。
- [0062] ピーク抑圧信号挿入部1002は、OFDMシンボル内の最大ピーク電力を低減するピーク抑圧信号を、パンクチャされたサブキャリアに割り当てる。そして、ピーク抑圧信号挿入部1002は、ピーク抑圧信号を割り当てた入力データを切り替え部104へ出力する。
- [0063] 次に、パンクチャ部1001の詳細について、図11を用いて説明する。図11は、パンクチャ部1001の構成を示すブロック図である。
- [0064] 制御カウンタ部1101は、FFT部114から入力データが入力する毎に1ずつカウントする。即ち、制御カウンタ部1101は、ピーククリッピングの繰返し回数をOFDMシンボル毎にカウントする。そして、制御カウンタ部1101はカウントしたカウント数を制御信号生成部1102に出力する。
- [0065] 制御信号生成部1102は、MCS設定部116から入力したMCS情報と、制御カウンタ部1101から入力したカウント数とから各スイッチ部1104-1〜1104-nを切り替えるための切り替え制御信号を生成し、生成した切り替え制御信号を各スイッチ部1104-1〜1104-nへ出力する。即ち、制御信号生成部1102は、選択していないサブキャリアについてのスイッチ部1104-1〜1104-nに出力するために、入力バッファ部1103に蓄積している入力データを出力バッファ部1105に出力するように切り替え

る切り替え制御信号を生成し、選択したサブキャリアについてのスイッチ部1104-1〜1104-nに出力するために、「0」を出力バッファ部1105に出力するように切り替える切り替え制御信号を生成する。この時、制御信号生成部1102は、最初は最下位の伝送レートを示すMCSが設定されているサブキャリアを選択し、制御カウンタ部1101から入力したカウント数が増える毎に、最下位の伝送レートを示すMCSから最上位の伝送レートを示すMCSに向けて順次伝送レートを上げたMCSが設定されているサブキャリアを選択していく。これにより、制御信号生成部1102にて選択されるサブキャリア数は、制御カウンタ部1101のカウント数が増える毎に徐々に増える。

[0066] 入力バッファ部1103は、FFT部114から入力したFFT後の入力データを一時的に蓄積し、各サブキャリアについてのスイッチ部1104-1〜1104-nがオンになった場合に蓄積していた入力データを出力バッファ部1105へ出力する。

[0067] スwitch部1104-1〜1104-nは、サブキャリア毎に設けられており、制御信号生成部1102から入力した切り替え制御信号に基づいて「0」と入力バッファ部1103に蓄積されたピーククリッピング後の信号とのいずれか一方を選択し、出力バッファ部1105へ出力する。

[0068] 出力バッファ部1105は、「0」及び入力バッファ部1103から入力したサブキャリア毎の信号をピーク抑圧信号挿入部1002へ出力する。

[0069] 次に、無線通信装置1000の動作について、図12を用いて説明する。図12は、無線通信装置1000の動作を示すフロー図である。

[0070] 最初に、MCS設定部116は、サブキャリア毎にMCSを設定する(ステップST1201)。

[0071] 次に、設定されたMCSに基づいて、符号化部101-1〜101-nにて入力データを符号化し、変調部102-1〜102-nにて変調する(ステップST1202)。

[0072] 次に、バッファ部103は、入力データを蓄積する(ステップST1203)。

[0073] 次に、IFFT部105は、入力データをIFFT処理することにより周波数領域信号から時間領域信号へ変換する(ステップST1204)。

[0074] 次に、ピーク検出部106は、ピークレベルがしきい値 α 以上であるか否かを判定する(ステップST1205)。

- [0075] ピークレベルがしきい値 α 以上である場合には、FFT部114は、入力データをFFT処理することによって時間領域信号から周波数領域信号へ変換を行う(ステップST1206)。
- [0076] 次に、パンクチャ部1001は、最下位の伝送レートを示すMCSが設定されているサブキャリアの一部を選択し、選択したサブキャリアをパンクチャリングする(ステップST1207)。
- [0077] 次に、IFFT部105は、パンクチャ後の入力データをIFFT処理することにより周波数領域信号から時間領域信号へ変換する(ステップST1208)。
- [0078] 次に、ピーク検出部106は、再度ピークレベルがしきい値 α 以上であるか否かを判定する(ステップST1209)。
- [0079] ピークレベルがしきい値 α 以上である場合には、パンクチャ部1001は、最下位の伝送レートを示すMCSが設定されているサブキャリア及び最下位の伝送レートの次に伝送レートが低いMCSが設定されているサブキャリアを選択してMCS範囲を拡大する(ステップST1210)。
- [0080] 次に、ピーク抑圧信号挿入部1002は、パンクチャしたサブキャリアの代わりにピーク抑圧信号を挿入する(ステップST1211)。
- [0081] そして、ステップST1205及びステップ1209において、しきい値 α 以上のピークレベルが検出されなくなるまでステップST1204〜ステップST1211の処理を繰り返す。ここで、パンクチャ部1001は、ステップST1204〜ステップST1209の処理を1回終了する毎に、ステップST1210において、選択するMCS範囲を順次拡大していく。
- [0082] 一方、ステップST1205及びステップST1209において、ピークレベルがしきい値 α 以上でない場合には、切り替え部109は入力データがD/A変換部110へ出力されるように切り替えて、ピーク抑圧された入力データが送信される(ステップST1212)。
- [0083] 図13は、パンクチャしたサブキャリアの代わりに挿入されるピーク抑圧信号の生成方法を示すものである。OFDMシンボル内の最大ピーク電力を発生する複素信号ベクトルが Y_0 、パンクチャ後の信号が Y_1 であった場合、位相が Y_3 となる信号を生成し

挿入することにより、ピークを Y_2 に低減することが可能である。この方法では最大ピーク電力を発生する複素信号ベクトル以外の時間サンプルにおいてしきい値 α 以上の信号に対して効果がないため、別の方法としてOFDMシンボル内のしきい値 α 以上の信号電力の総和を最小化するようにピーク抑圧信号を挿入することもできる。なお、図13において、しきい値 α 、平均レベル γ の順番に半径が小さくなる。

[0084] 図14～図16は、周波数領域におけるパンクチャ及びピーク抑圧信号挿入の様子を示すものである。MCS設定が図14の場合、しきい値 α 以上の振幅の信号が発生したとする。このとき、図15に示すように、パンクチャ部1001は、最下位の伝送レートを示すMCS1が設定されたサブキャリア(K1～K4、K13～K16)の中からピーク電力発生への寄与度が大きいサブキャリア(K2、K4、K14、K15)をパンクチャする。そして、図16に示すように、パンクチャによってもしきい値 α 以上の振幅の信号が発生した場合には、ピーク抑圧信号挿入部1002は、パンクチャしたサブキャリア(K2、K4、K14、K15)の代わりにピーク抑圧信号(L1、L2、L3)を挿入する。

[0085] このように、本実施の形態2によれば、しきい値以上のピークが発生した場合には伝送レートの低いMCSが設定されているサブキャリアに割り当てられる入力データをパンクチャするので、伝送効率を低下させずに送信ピーク電力対平均電力比を低減させることができる。

[0086] なお、本実施の形態2において、各サブキャリアのMCSの伝送レートに応じてパンクチャすることとしたが、これに限らず、所定の通信品質を維持することができるものであれば任意のパラメータに応じてパンクチャすることができる。

[0087] (その他の実施の形態)

上記実施の形態1または実施の形態2の無線通信装置において、サブキャリア毎に再送を行う場合に、再送回数の差異に着目して信号修復、パンクチャまたはピーク抑圧信号の挿入を行うことにより、振幅抑制レベルを調節する。この場合、信号修復部115またはパンクチャ部1001にサブキャリア毎の再送回数を示す情報が入力するようにする。

[0088] また、上記実施の形態1または実施の形態2の無線通信装置において、1シンボル中に音声データと画像データが混在している場合に、データ種別に着目して信号修

復、パンクチャまたはピーク抑圧信号の挿入を行うことにより、音声データが割り当てられたサブキャリアを保護するように振幅抑制レベルを調節する。この場合、信号修復部115にサブキャリア毎のデータ種別を示す情報が入力するようにする。

[0089] また、上記実施の形態1または実施の形態2の無線通信装置において、Turbo符号化のような組織符号を用いる場合に、各サブキャリアのシステムチックビットとパリティビットの割り当て数に着目して信号修復、パンクチャまたはピーク抑圧信号の挿入を行うことにより、システムチックビットが多く割り当てられたサブキャリアを保護するように振幅抑制レベルを調節する。この場合、信号修復部115にサブキャリア毎のシステムチックビット数を示す情報が入力するようにする。

[0090] このように、本実施の形態によれば、再送回数の差異に着目した場合には、再送データが割り当てられたサブキャリアを保護することができる。また、本実施の形態によれば、データ種別に着目した場合には、音声データに対するピーククリッピングの影響を最小限に抑えることができるので、音声データを保護することができる。また、本実施の形態によれば、システムチックビット数の差異に着目した場合には、システムチックビット数が多いサブキャリアを保護することにより、組織符号の誤り訂正能力を維持することができる。

[0091] なお、上記実施の形態1、実施の形態2及びその他の実施の形態において、ピークを検出するためのしきい値 α を全てのサブキャリアについて共通に用いることとしたが、これに限らず、MCS設定に応じてサブキャリアをグループ化し、グループ毎に異なるしきい値を用いてピークを検出するようにしても良い。また、上記実施の形態1、実施の形態2及びその他の実施の形態において、受信品質情報に基づいてMCSを適応割り当てする場合について説明したが、これに限らず、サブキャリア毎に異なるMCSを固定割り当てする場合にも適用することができる。また、上記実施の形態1、実施の形態2及びその他の実施の形態において、OFDM方式のピーククリッピング処理について説明したが、これに限らず、OFDM方式以外のマルチキャリア送信信号を用いる任意の通信方式のピーククリッピング処理について適用可能である。また、上記実施の形態1、実施の形態2及びその他の実施の形態の無線通信装置は、基地局装置及び通信端末装置に適用することが可能である。

[0092] 本明細書は、2003年9月25日出願の特願2003-334007に基づく。この内容はすべてここに含めておく。

産業上の利用可能性

[0093] 本発明は、無線通信装置及びピーク抑圧方法に関し、特に複数のサブキャリアにて送信データを送信する無線通信装置及びピーク抑圧方法に用いるに好適である。

請求の範囲

- [1] 通信相手の受信品質を示す測定値が大きいサブキャリアほど高い伝送レートを設定する伝送レート設定手段と、
送信信号の信号レベルが第1しきい値以上である抑圧対象ピークを検出するピーク検出手段と、
前記伝送レート設定手段にて設定された伝送レートが第2しきい値未満のサブキャリアに割り当てられる送信信号に基づいて前記抑圧対象ピークを所定量抑圧するピーク抑圧手段と、
前記ピーク抑圧手段にて前記抑圧対象ピークが抑圧された送信信号を送信する送信手段と、
を具備する無線通信装置。
- [2] 前記ピーク抑圧手段によりピーク抑圧される前の送信信号を記憶するバッファ手段を具備し、
前記ピーク抑圧手段は、前記伝送レート設定手段にて設定された伝送レートが前記第2しきい値以上の高伝送レートサブキャリアに割り当てられる抑圧後送信信号と前記抑圧後送信信号に相当する前記バッファ手段に記憶されている送信信号とを入れ替えて前記高伝送レートサブキャリアに割り当てるとともに、前記伝送レート設定手段にて設定された伝送レートが前記第2しきい値未満のサブキャリアに割り当てられる送信信号にて前記抑圧対象ピークを抑圧する請求項1記載の無線通信装置。
- [3] 前記ピーク抑圧手段は、前記伝送レート設定手段にて設定された伝送レートが前記第2しきい値未満の低伝送レートサブキャリアに割り当てられる除去対象送信信号を除去し、前記低伝送レートサブキャリアにピーク抑圧信号を割り当てることにより前記抑圧対象ピークを抑圧する請求項1記載の無線通信装置。
- [4] 前記ピーク検出手段は、前記ピーク抑圧手段にて前記抑圧対象ピークを抑圧する処理であるピーク抑圧処理が行われる毎に前記抑圧対象ピークを検出する処理を行い、
前記ピーク抑圧手段は、前記ピーク検出手段にて前記抑圧対象ピークが検出されなくなるまで前記ピーク抑圧処理を繰り返すとともに、前記ピーク抑圧処理毎に前記

第2しきい値を伝送レートが高くなる方向へ変える請求項1記載の無線通信装置。

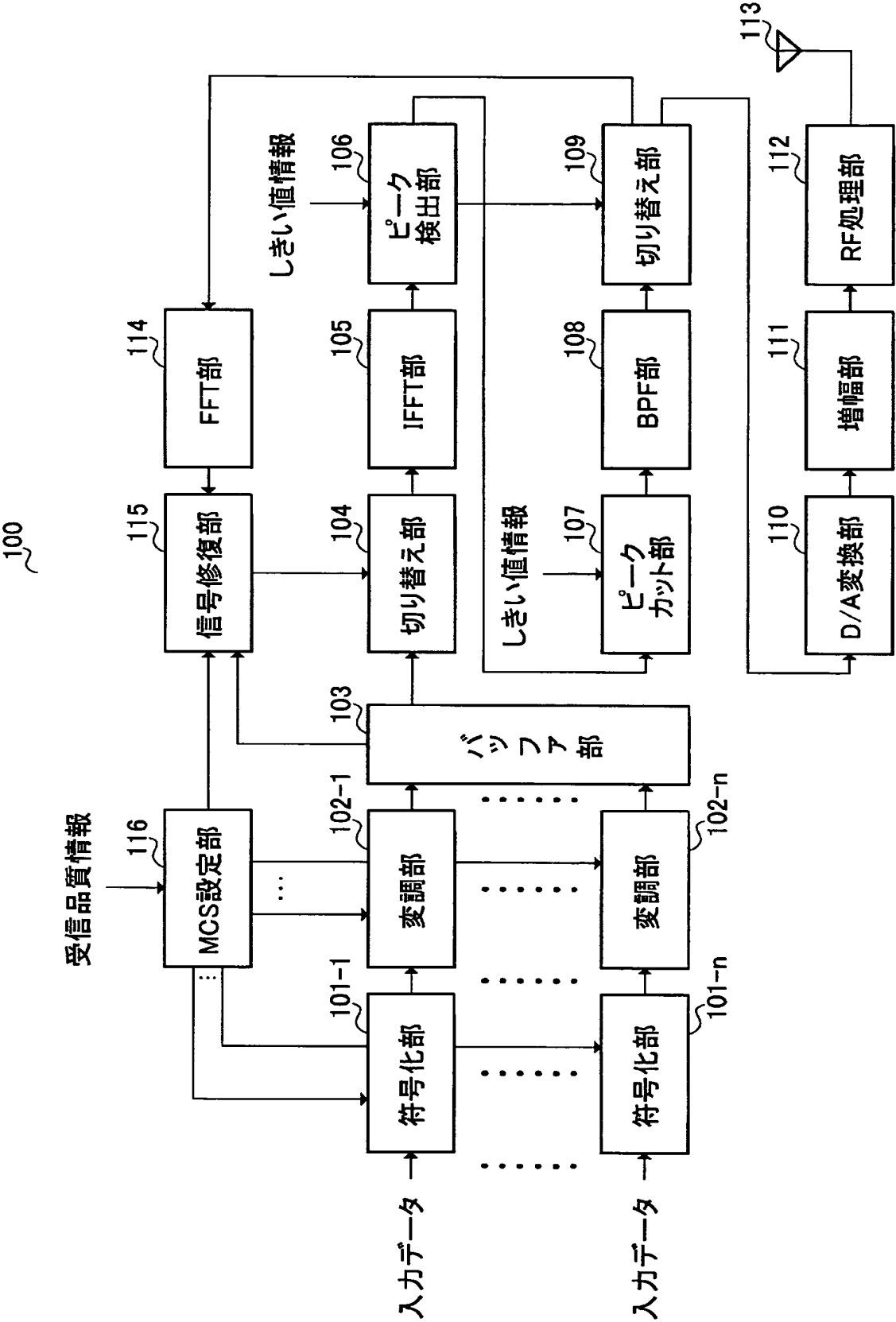
- [5] 無線通信装置を具備する通信端末装置であって、
前記無線通信装置は、
通信相手の受信品質を示す測定値が大きいサブキャリアほど高い伝送レートを設定する伝送レート設定手段と、
送信信号の信号レベルが第1しきい値以上である抑圧対象ピークを検出するピーク検出手段と、
前記伝送レート設定手段にて設定された伝送レートが第2しきい値未満のサブキャリアに割り当てられる送信信号に基づいて前記抑圧対象ピークを所定量抑圧するピーク抑圧手段と、
前記ピーク抑圧手段にて前記抑圧対象ピークが抑圧された送信信号を送信する送信手段と、
を具備する。
- [6] 無線通信装置を具備する基地局装置であって、
前記基地局装置は、
通信相手の受信品質を示す測定値が大きいサブキャリアほど高い伝送レートを設定する伝送レート設定手段と、
送信信号の信号レベルが第1しきい値以上である抑圧対象ピークを検出するピーク検出手段と、
前記伝送レート設定手段にて設定された伝送レートが第2しきい値未満のサブキャリアに割り当てられる送信信号に基づいて前記抑圧対象ピークを所定量抑圧するピーク抑圧手段と、
前記ピーク抑圧手段にて前記抑圧対象ピークが抑圧された送信信号を送信する送信手段と、
を具備する。
- [7] 通信相手の受信品質を示す測定値が大きいサブキャリアほど高い伝送レートを設定するステップと、
送信信号の信号レベルが第1しきい値以上である抑圧対象ピークを検出するステッ

ブと、

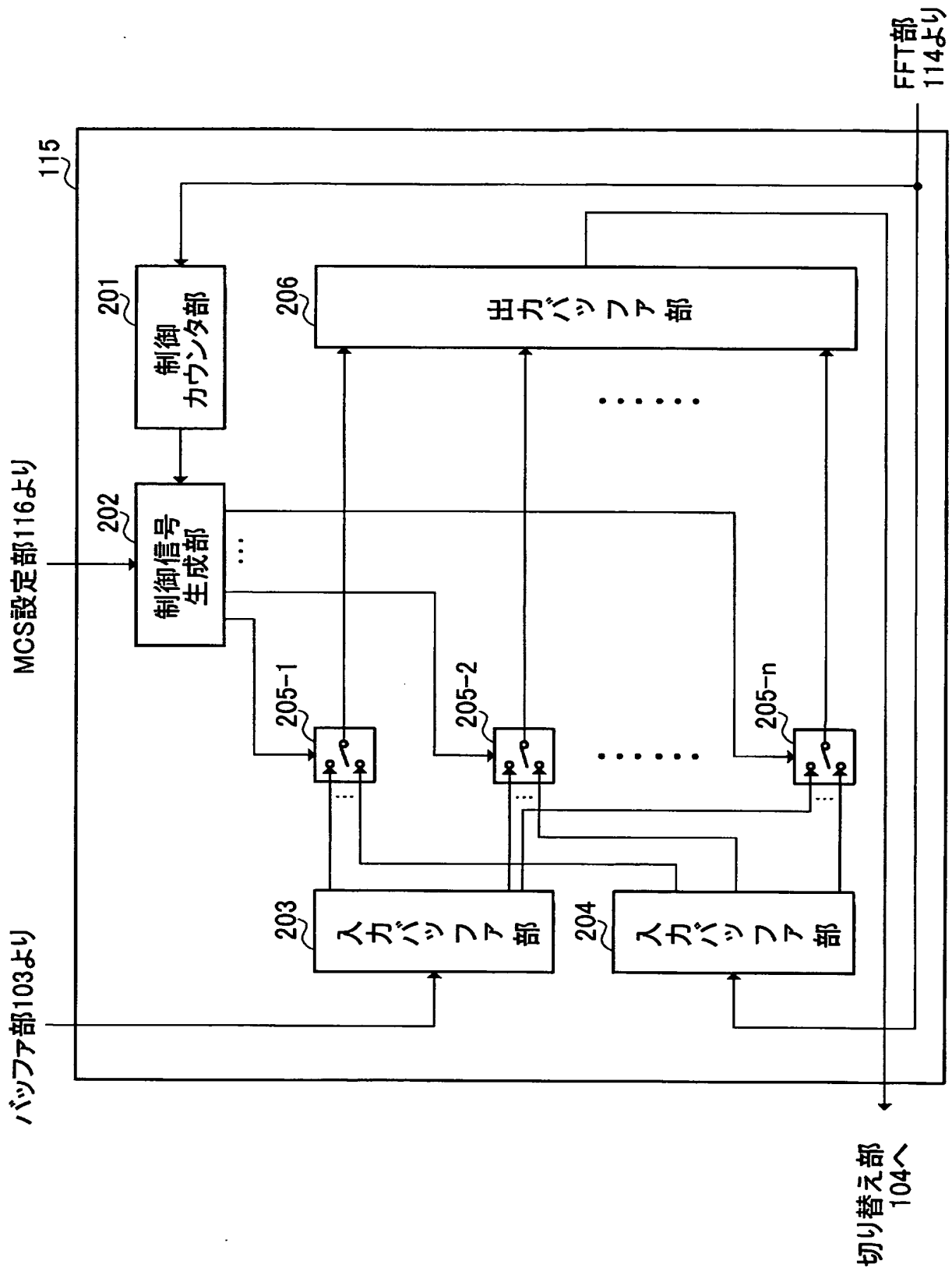
設定された伝送レートが第2しきい値未満のサブキャリアに割り当てられる送信信号に基づいて前記抑圧対象ピークを所定量抑圧するステップと、
を具備するピーク抑圧方法。

- [8] ピーク抑圧される前の送信信号を記憶するステップを具備し、
設定された伝送レートが前記第2しきい値以上の高伝送レートサブキャリアに割り当てられる抑圧後送信信号と前記抑圧後送信信号に相当する記憶されている送信信号とを入れ替えて前記高伝送レートサブキャリアに割り当てるとともに、設定された伝送レートが前記第2しきい値未満のサブキャリアに割り当てられる送信信号にて前記抑圧対象ピークを抑圧する請求項7記載のピーク抑圧方法。
- [9] 設定された伝送レートが前記第2しきい値未満の低伝送レートサブキャリアに割り当てられる除去対象送信信号を除去し、前記低伝送レートサブキャリアにピーク抑圧信号を割り当てることにより前記抑圧対象ピークを抑圧する請求項7記載のピーク抑圧方法。

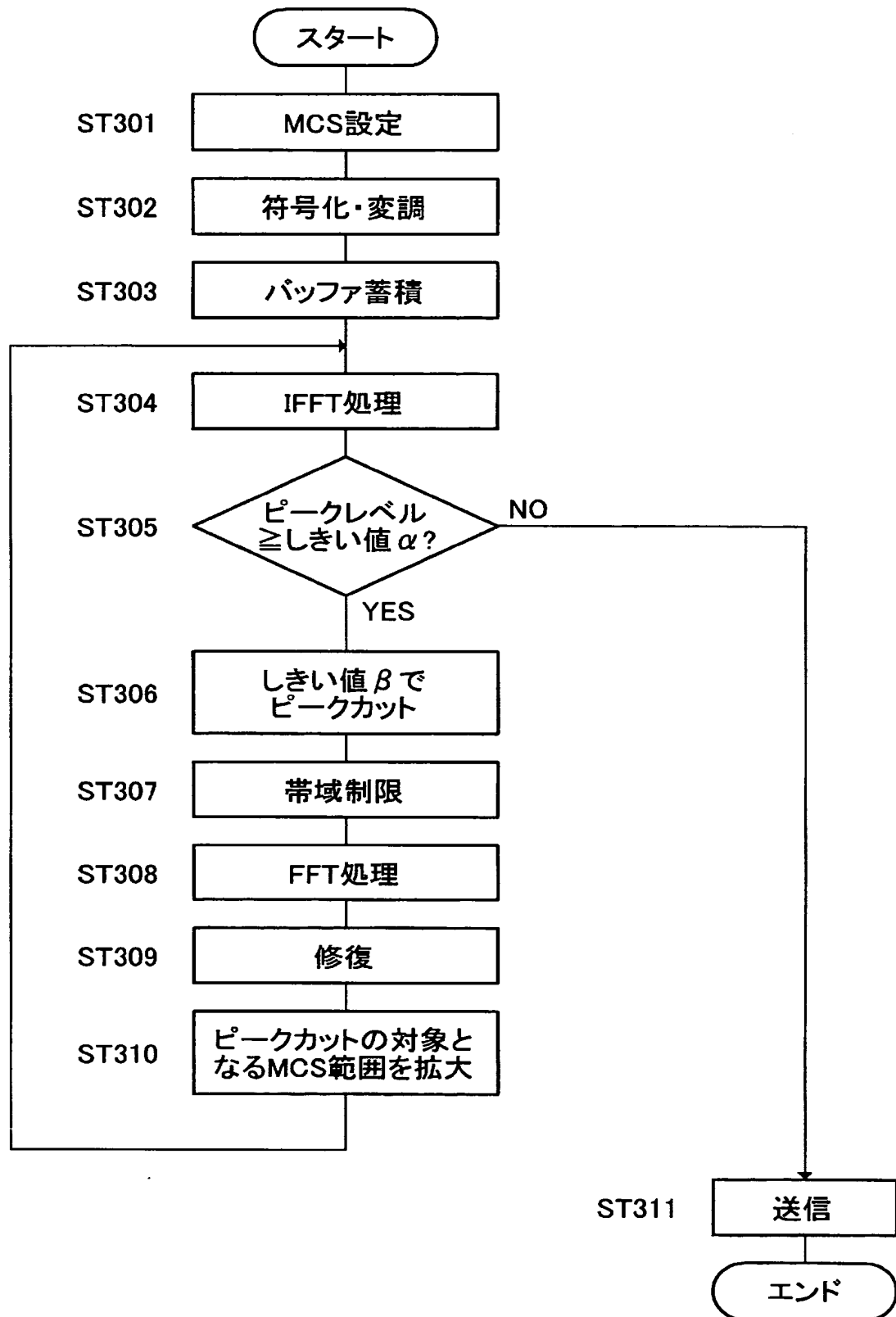
[図1]



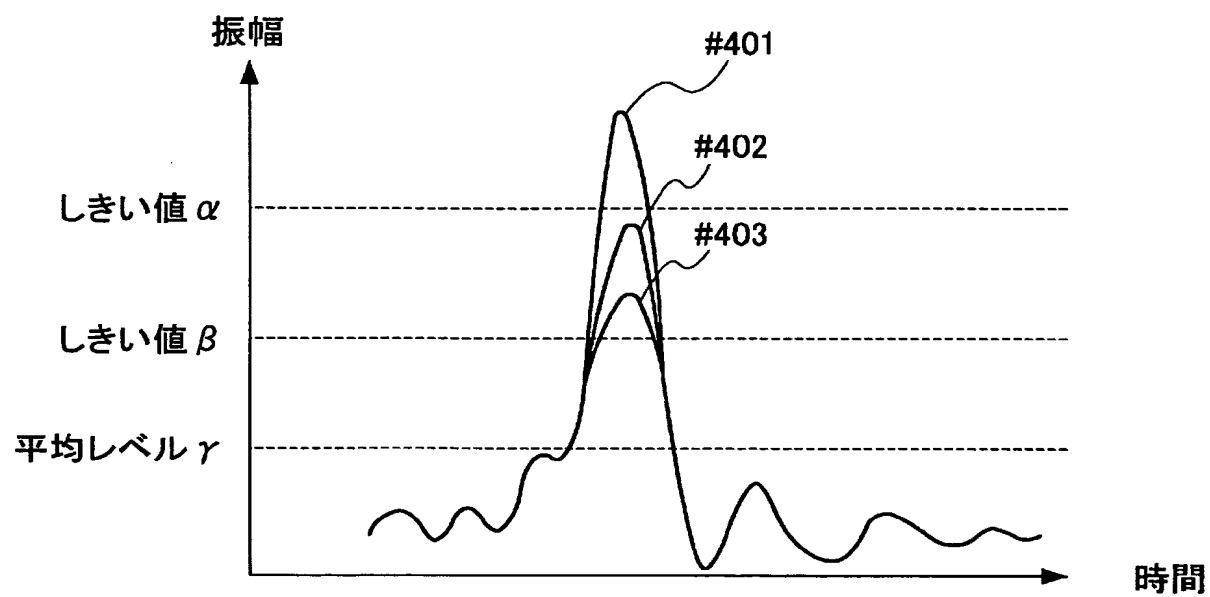
[図2]



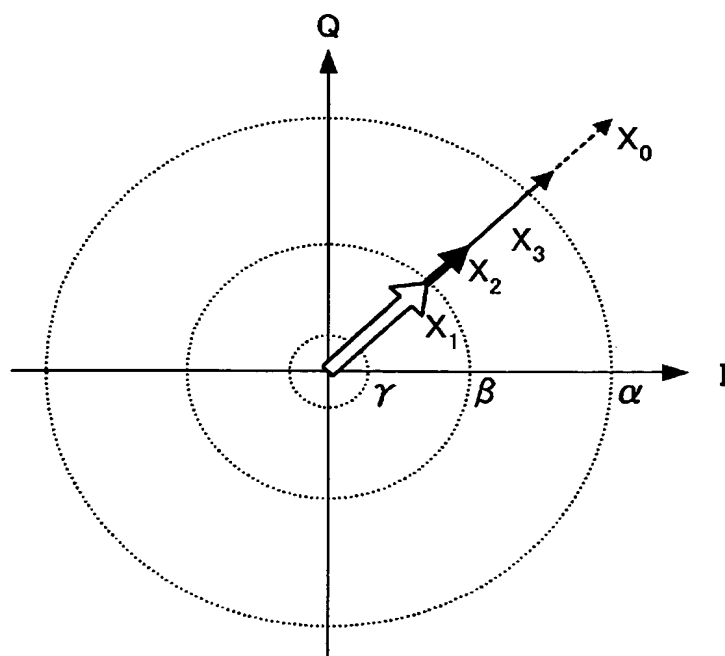
[図3]



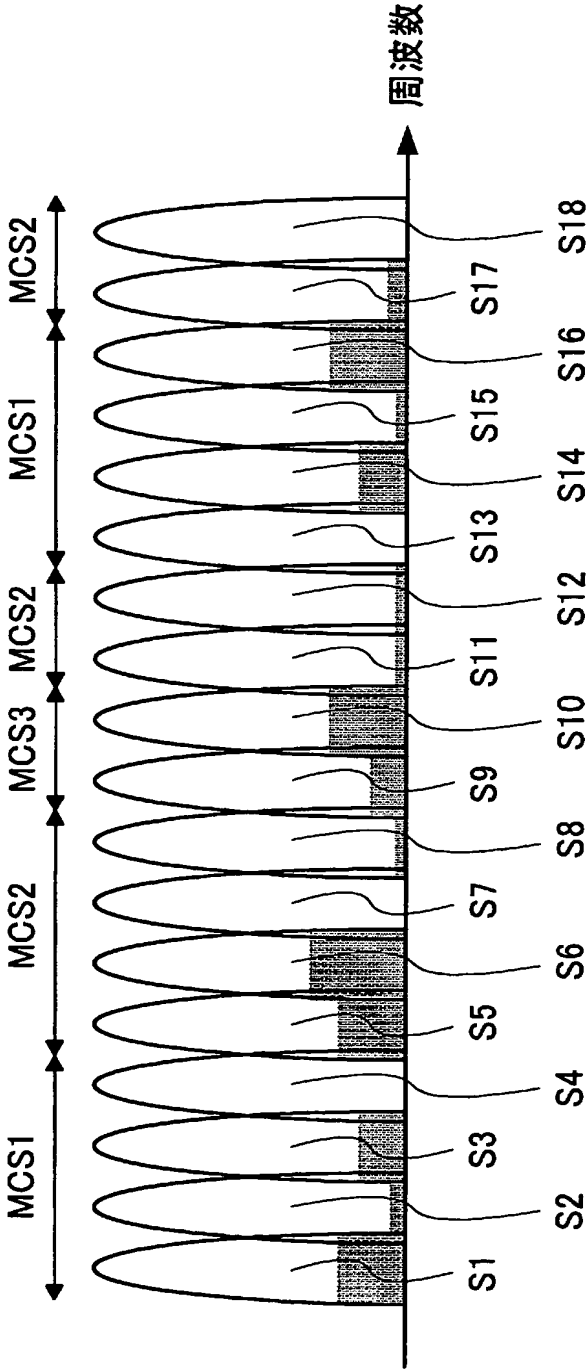
[図4]



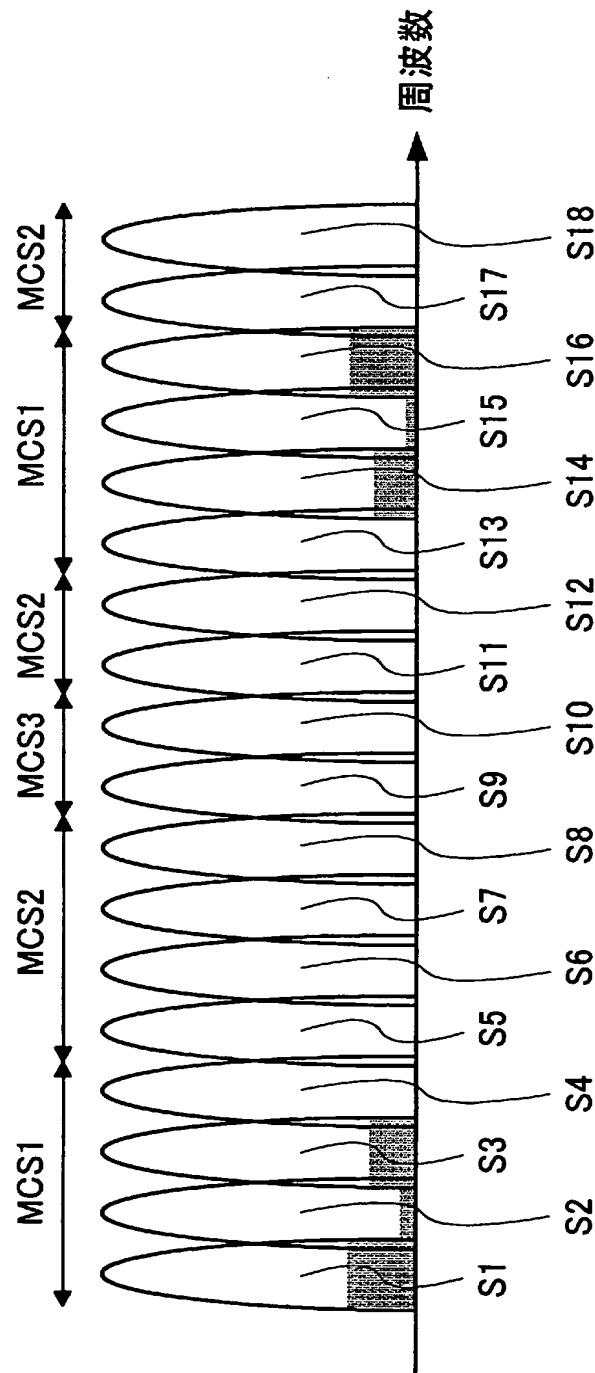
[図5]



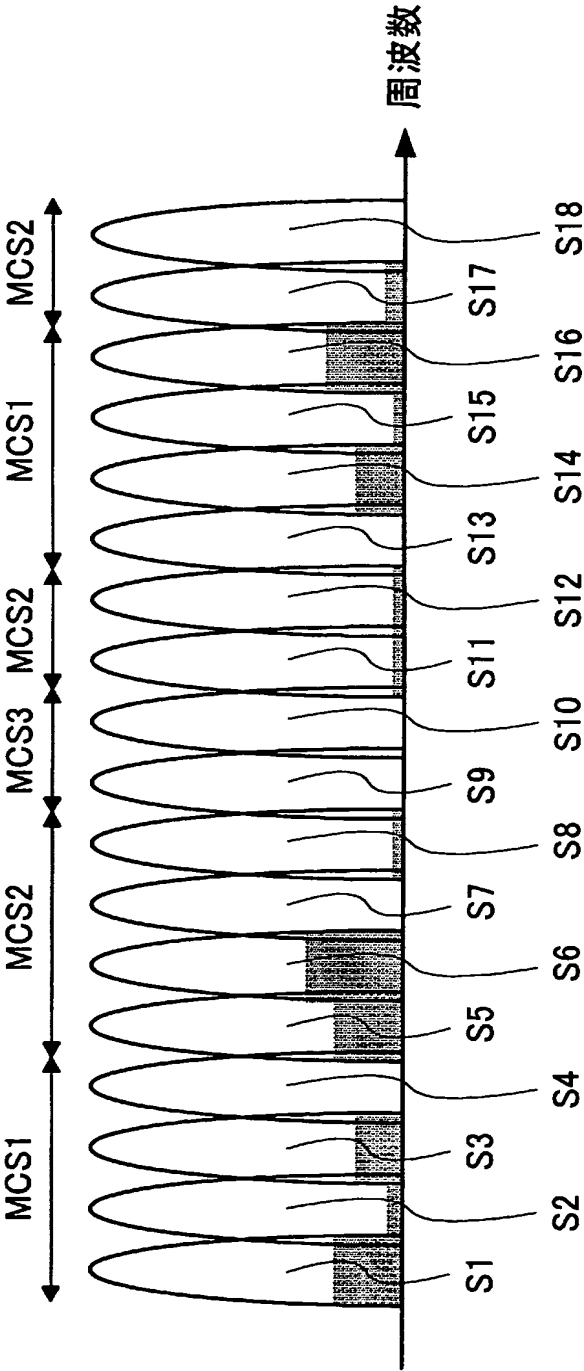
[図6]



[図7]



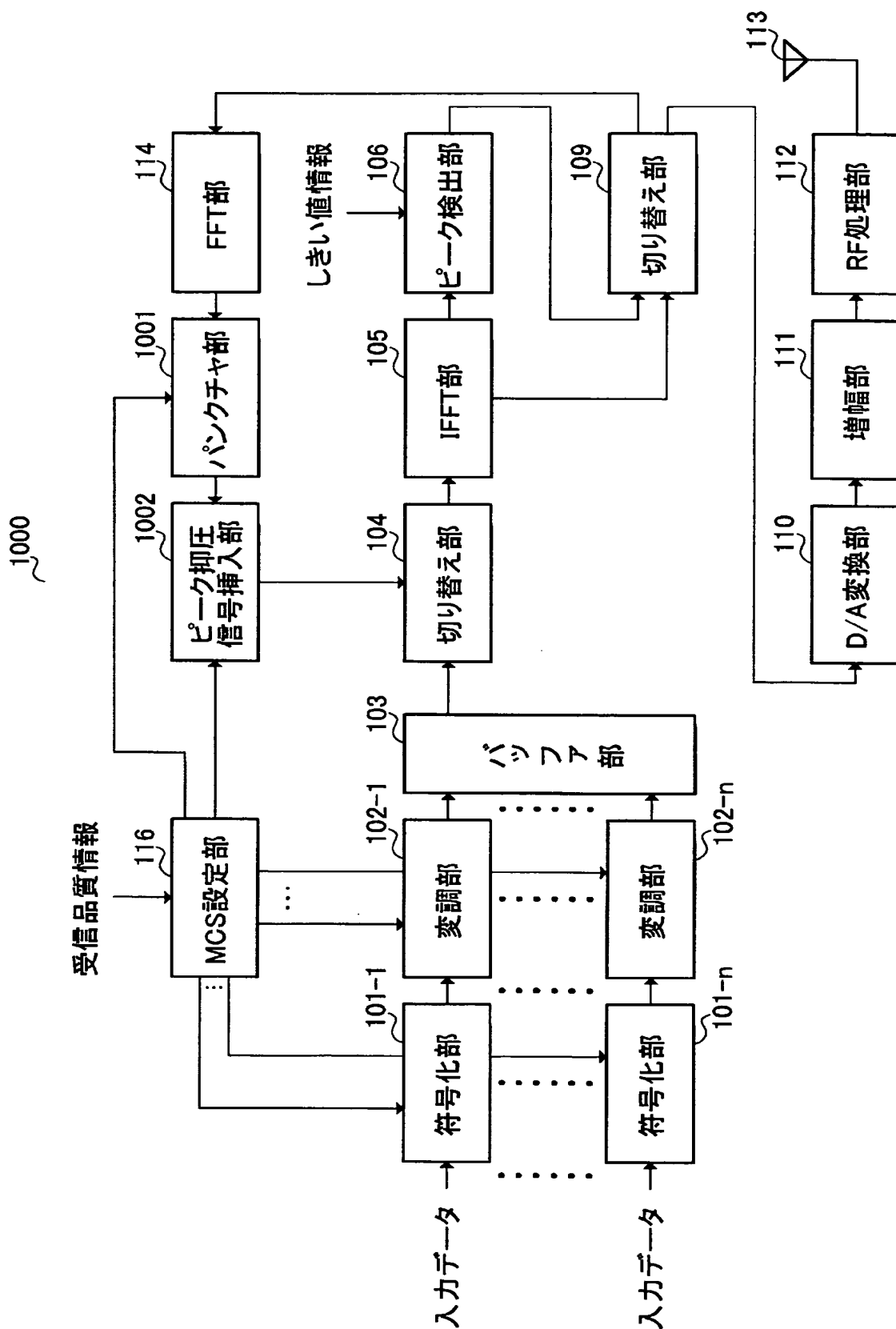
[図8]



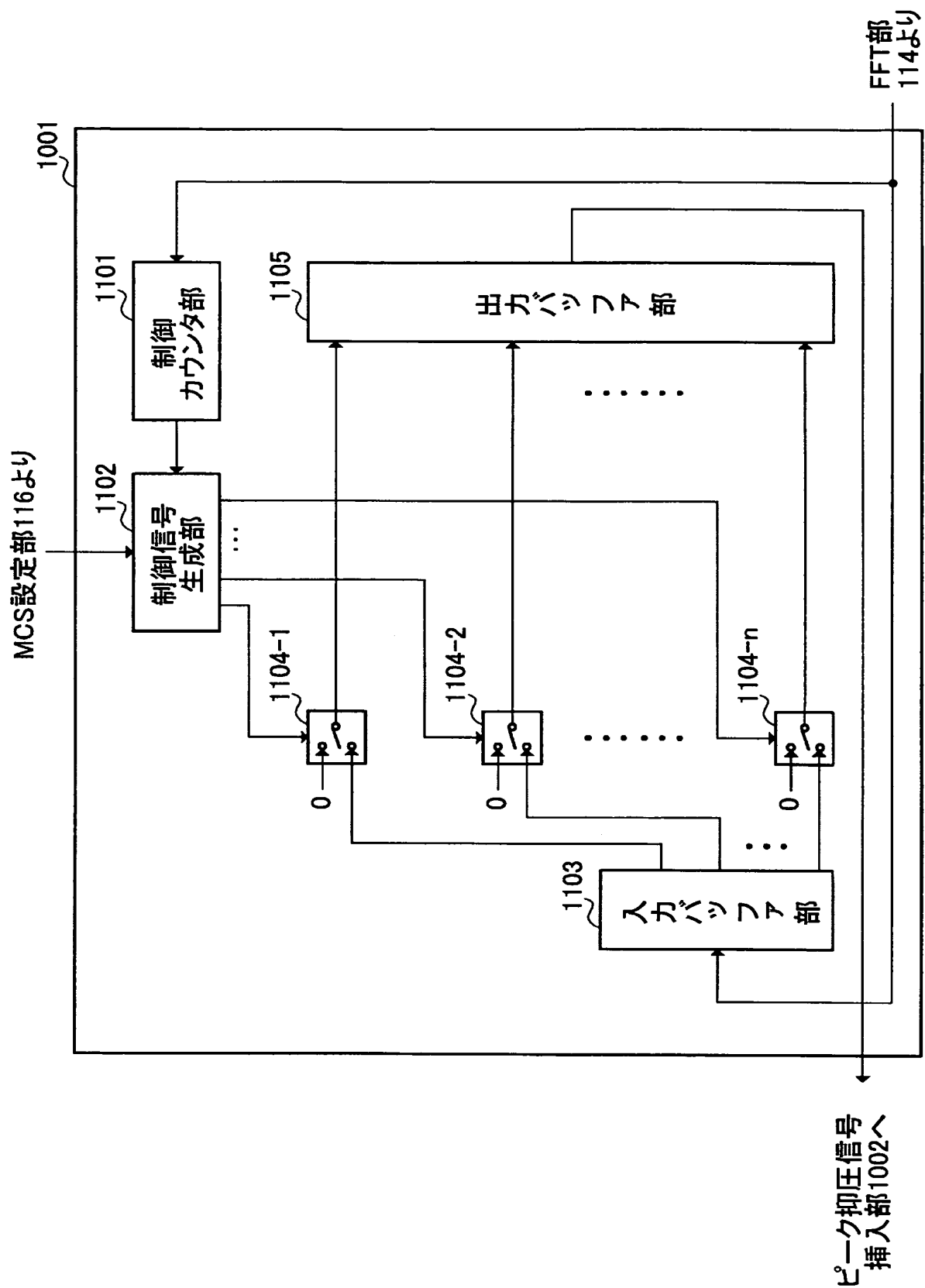
[図9]

		変調方式	符号化率	送信電力
下位 MCS ↓ 上位 MCS	MCS1	BPSK	1/2	通常
	MCS2	QPSK	1/2	通常
	MCS3	16QAM	1/2	通常
	MCS4	16QAM	3/4	通常
	MCS5	16QAM	3/4	-5dB

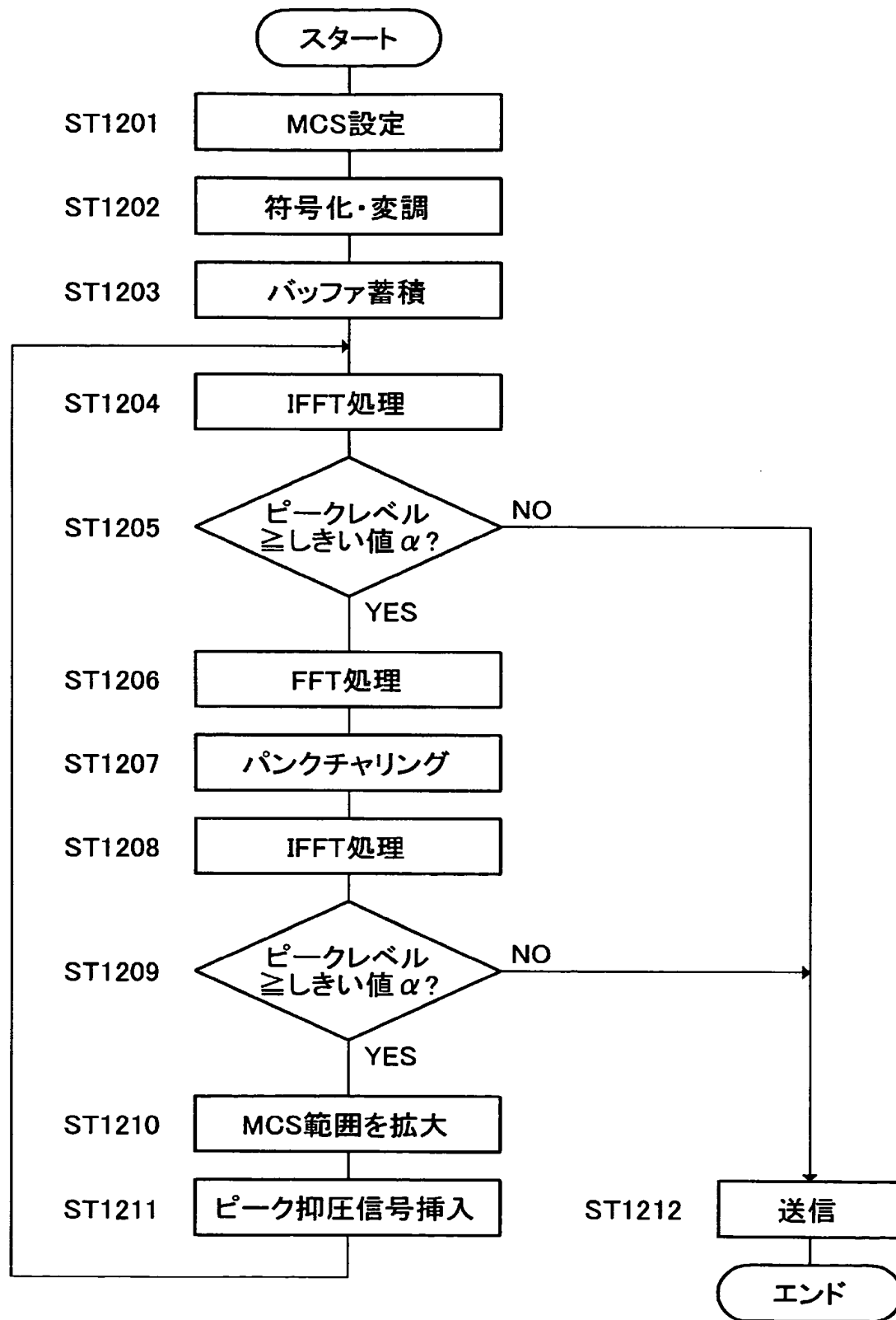
[図10]



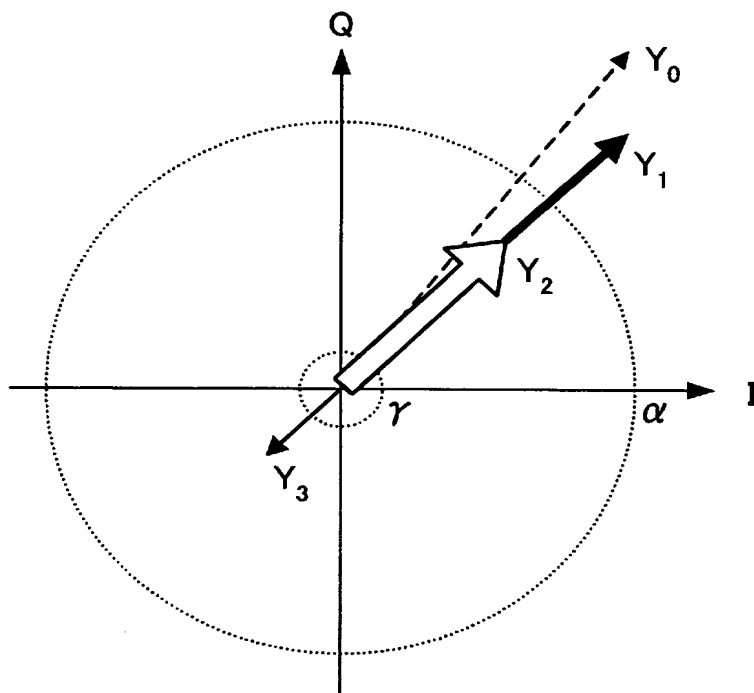
[図11]



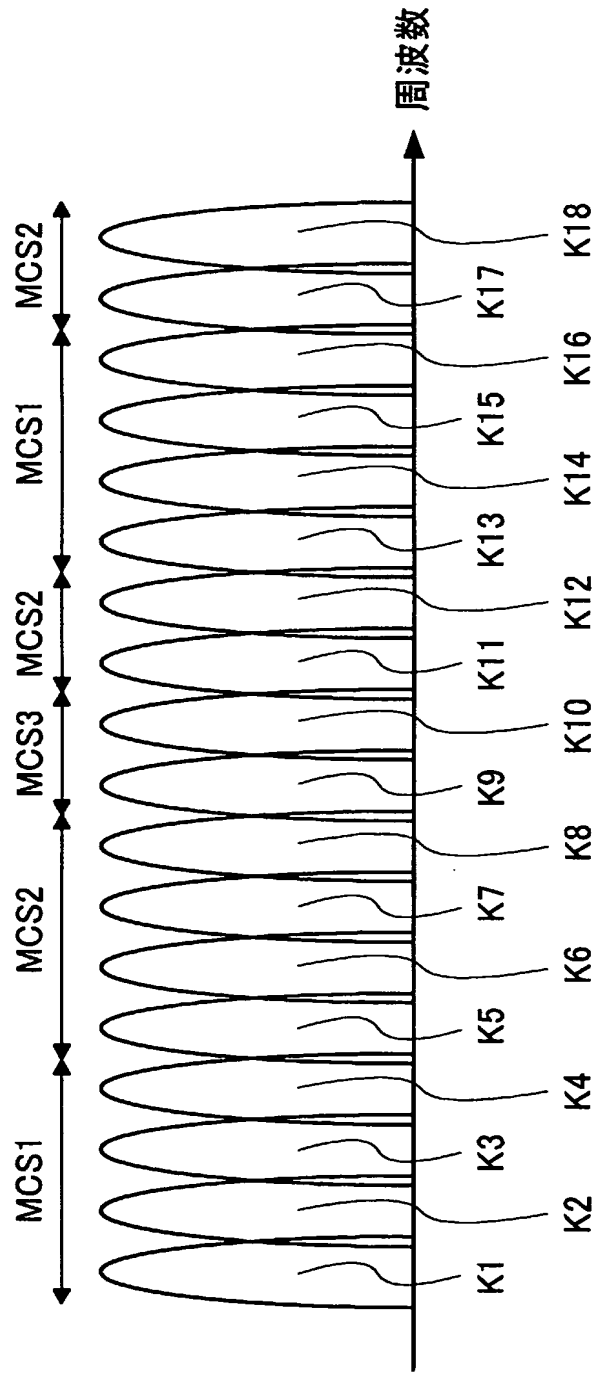
[図12]



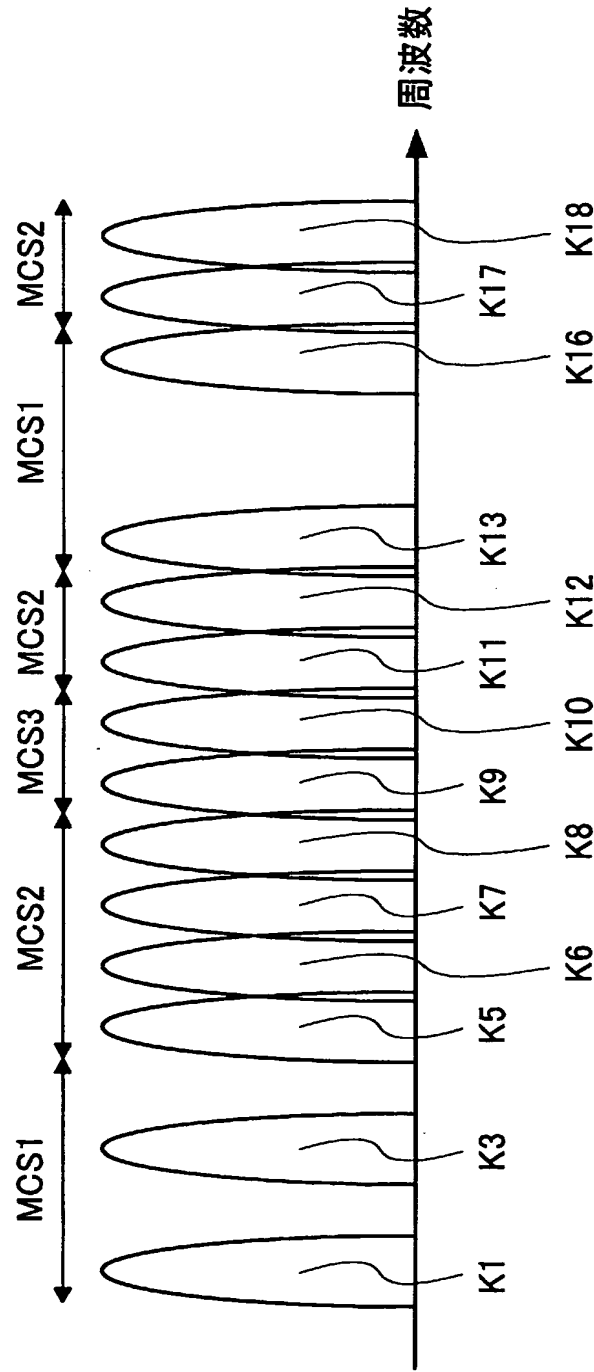
[図13]



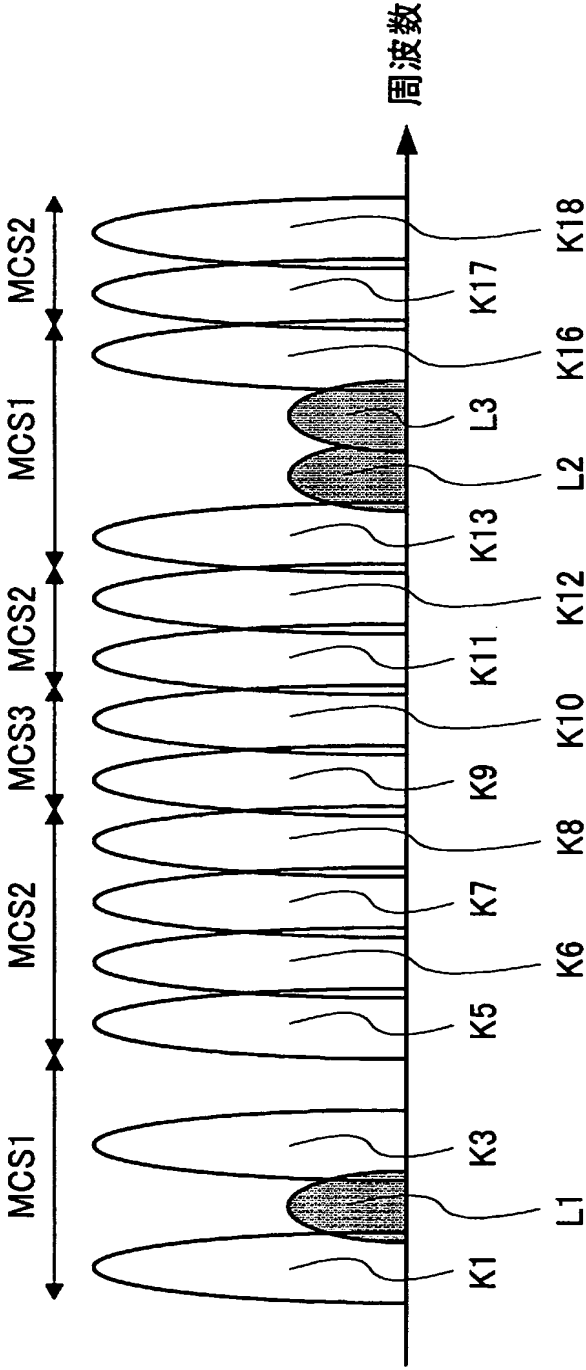
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013682

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁷ H04J11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H04J11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2001-268050 A (Fujitsu Ltd.), 28 September, 2001 (28.09.01), Par. Nos. [0129] to [0132] (Family: none)	1, 3, 5-7, 9 2, 4, 8
Y A	JP 2002-16577 A (Sony Corp.), 18 January, 2002 (18.01.02), Full text; all drawings (Family: none)	1, 3, 5-7, 9 2, 4, 8
Y A	JP 2003-174428 A (Toshiba Corp.), 30 June, 2003 (30.06.03), Full text; all drawings & EP 1298876 A1 & US 2003/0090993 A1 & CN 1411179 A	1, 3, 5-7, 9 2, 4, 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 December, 2004 (03.12.04)

Date of mailing of the international search report
21 December, 2004 (21.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013682

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-283460 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 October, 2003 (03.10.03), Par. No. [0051] & WO 2003/081821 A1 & AU 2003221425 A1	2, 4, 8
A	JP 9-98146 A (Victor Company Of Japan, Ltd.), 08 April, 1997 (08.04.97), Par. Nos. [0035] to [0037] & EP 766432 A2 & JP 9-116521 A & US 5822323 A & JP 3525578 B2 & JP 3541526 B2	2, 4, 8
A	JP 2002-190787 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 05 July, 2002 (05.07.02), Full text; all drawings (Family: none)	2, 4, 8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H04J11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H04J11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926年-1996年
日本国公開実用新案公報 1971年-2004年
日本国登録実用新案公報 1994年-2004年
日本国実用新案登録公報 1996年-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2001-268050 A (富士通株式会社), 2001.09.28 第0129段落~第00132段落 (ファミリーなし)	1, 3, 5-7, 9 2, 4, 8
Y A	JP 2002-16577 A (ソニー株式会社), 2002.01.18 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 3, 5-7, 9 2, 4, 8
Y A	JP 2003-174428 A (東芝株式会社), 2003.06.30	1, 3, 5-7, 9 2, 4, 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
03.12.2004

国際調査報告の発送日
21.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
高野 洋

5K 9647

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	全文, 全図 &EP 1298876 A1 &US 2003/0090993 A1 &CN 1411179 A	
A	JP 2003-283460 A (松下電器産業株式会社) , 2003. 10. 03 第0051段落 &WO 2003/081821 A1 &AU 2003221425 A1	2, 4, 8
A	JP 9-98146 A (日本ビクター株式会社) , 1997. 04. 08 第0035段落～第0037段落 &EP 766432 A2 &JP 9-116521 A &US 5822323 A &JP 3525578 B2 &JP 3541526 B2	2, 4, 8
A	JP 2002-190787 A (松下電器産業株式会社) , 2002. 07. 05 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 4, 8